

DEUTSCHLAND

(11)

DE 32 13 955 A 1

G01J 5/08

DE 32 13 955 (1)  
G01J 5/08-

P 32 13 955.1-52

16. 4. 82

14. 10. 82

-1- BASIC DOC.-  
PATENTAMT

G01J 5/08

DE 32 13 955 A 1

(71) Anmelder:

Dr. Herbert Specht VisIR-Messtechnik Handels GmbH,  
6204 Taunusstein, DE

(72) Erfinder:

Specht, Herbert, Dipl.-Phys. Dr., 6204 Taunusstein, DE

BEST AVAILABLE COPY

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

Vorgezogene Offenlegung gem. § 24 Nr. 2 PatG beantragt

(54) Laserstrahl-Visiereinrichtung zur Kennzeichnung von Lage und Durchmesser des Meßflecks für Strahlungsthermometer mit fokaler oder afokaler Linsen- und Spiegeloptik

32 13 955 Entfällt.

DE 32 13 955 A 1

## Patentansprüche :

1. Laserstrahl-Visiereinrichtung zur Kennzeichnung von Lage und Durchmesser des Meßflecks für Strahlungsthermometer mit fokaler oder afokaler Linsen- und Spiegeloptik,

dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Vorrichtung zwei in einer Ebene liegende unaufgeweitete Laserstrahlen von augenungefährlicher Intensität mit einem dem Distanzverhältnis der Infrarot-Optik des Strahlungsthermometers entsprechenden Winkel zueinander und deshalb in einem charakteristischen Abstand so an der Infrarot-Optik außen ohne Eingriff vorbeigeführt werden, daß die optische Achse der Infrarot-Optik in der Ebene der Laserstrahlen liegt, was durch mechanische Integration des Strahlungsthermometer-Korpus in die Vorrichtung selbst erreicht wird.

2. Laserstrahl-Visiereinrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Realisierung der Strahlführung nach Anspruch 1 aus einer starren inneren Halterung mit Montageflächen für die benötigten optischen Teile besteht, die sich schwimmend und stoßgedämpft in einem äußeren hermetisch geschlossenen Gehäuse befindet.

3. Laserstrahl-Visiereinrichtung nach Anspruch 1 und 2,

dadurch gekennzeichnet, daß nach Zeichnung 1 zur kostengünstigen und funktionssicheren Integration eines Strahlungsthermometers mit fokaler Linsenoptik die innere Halterung zusätzlich so ausgeführt wird; daß der Strahlungsthermometer-Korpus direkt mit der Original-Montagevorrichtung des Herstellers direkt eingesetzt werden kann.

4. Laserstrahl-Visiereinrichtung nach Anspruch 1 und 2

dadurch gekennzeichnet, daß zur Integration der serienmäßigen Strahlungsthermometer unterschiedlicher Hersteller die Abmessungen der inneren Halterung und des äußeren Gehäuses sowie die Aufnahme für die Montagevorrichtung herstellerspezifisch modifiziert werden unter Beibehaltung des prinzipiellen Aufbaus und der Strahlführung, so daß mit wenigen herstellerspezifisch ausgelegten Laserstrahl-Visiereinrichtungen der größte Teil der markt-  
gängigen serienmäßigen Strahlungsthermometer integriert bzw. nachgerüstet werden kann.

Strahlungsthermometer als handliche vorwiegend batteriebetriebene Geräte zur berührungslosen Messung der Temperatur von Oberflächen anhand der abgegebenen Wärmestrahlung werden nicht nur im Labor, sondern in jüngster Zeit zunehmend mobil für schnelle Übersichtsmessungen an Maschinen aller Art sowie Produktionsanlagen zur Kontrolle und vorbeugenden Inspektion eingesetzt aber auch an Gebäuden von drinnen und draußen bei Tag und Nacht für Fragen der Energieeinsparung und Schadensfindung.

Da das Maximum der abgegebenen Wärmestrahlung bei niedrigen Temperaturen weit im Infrarot liegt bei ca.  $5 - 10 \mu$  muß für die Optik dieser Geräte entweder ein oder mehrere Spiegel verwendet werden oder Linsen aus im allgemeinen für sichtbares Licht nicht transparenten Materialien, wie z.B. Germanium. Damit stellt sich das Problem, insbesondere bei Messungen im Abstand mehrerer Meter, Lage und Größe des Meßflecks bzw. generell den Verlauf des Infrarot-Meßstrahlengangs für den Benutzer erkennbar zu machen.

Einfache Strahlungsthermometer verfügen nur über Peilmarken an der äußeren Gehäusewand, aufwendigere Geräte mit Spiegeloptik besitzen optische Durchblicksucher oder benutzen eine Lichtmarke aus einer eingespiegelten Pilotlampe.

Diese Lösungen haben deutliche Nachteile für die genannten Einsatzfälle. Beim bloßen Peilen wird keine Information über in der Regel rasch zunehmende Meßfleckgröße erhalten. Durchblicksucher und Pilotlampe erfordern einen erhöhten Aufwand, wobei der Durchblicksucher auf günstige Lichtverhältnisse beschränkt ist, er versagt im Dunkeln. Der hohe Leistungsbedarf konventioneller Lampen für eine gut sichtbare Beleuchtungsstärke bei Tageslicht schließt in der Regel Batteriebetrieb aus.

Kürzlich ist eine Anordnung beschrieben worden (Laser Focus Heft 8, Seite 32-33, 1981), die ein einfaches Strahlungsthermometer -ursprünglich nur mit Peilmarken ausgestattet- mit einem HeNe-Laser zur Kennzeichnung des kleinsten Meßflecks kombiniert. Nach dieser wenig detaillierten Beschreibung ist bei dieser Anordnung die Laserröhre außen auf dem Gehäuse des Strahlungsthermometers montiert. Der Laserstrahl wird in zwei Teilstrahlen aufgeteilt und der erste unaufgeweitete Strahl in den Infrarotstrahlengang eingespiegelt, so daß er paraxial austritt. Der zweite Laserstrahl wird aufgeweitet und verläuft etwas versetzt und schräg zur Achse des Strahlungsthermometers. Um eine scharfe Infrarot-Abbildung des Untersuchungsobjekts im kleinsten Meßfleck zu gewährleisten, hat der Benutzer den Meßabstand so zu variieren, daß der unaufgeweitete Laserstrahl zentrisch in dem aufgeweiteten sitzt. Als Vorzüge dieser Anordnung werden das wesentlich vereinfachte Zielen genannt, sowie die Möglichkeit, bei schlechten Lichtverhältnissen das Objekt zu beleuchten.

Trotz einer beigelegten Skizze der Anordnung bleiben viele Fragen offen, z.B. nach der Art der Strahlaufweitung sowie nach Ausgangsleistung und Spannungsversorgung des Lasers. Es wäre eine starke Einschränkung des Gebrauchsnutzens des ursprünglich batteriebetriebenen Geräts, falls zur Erzielung der nötigen Beleuchtungsstärke im aufgeweiteten Strahl ein Laser mit Netzanschluß erforderlich würde.

Während der Neigungswinkel der beiden Strahlen zueinander durch die Abbildungsverhältnisse des Strahlungsthermometers und den Versatz der Strahlenmitten zueinander bestimmt ist, ist die Größe des Versatzes selbst offenbar rein zufällig -vermutlich durch Gehäuse- und Laserdurchmesser- gegeben, jedenfalls nicht erkennbar mit den optischen Abbildungsverhältnissen, dem Distanzverhältnis, der Infrarotoptik zugeordnet.

Aufgrund der verwendeten Art der Einspiegelung des unaufgeweiteten Laserstrahls ist diese Anordnung nicht auf Strahlungsthermometer mit Linsenoptik übertragbar.

Es stellt sich deshalb die Aufgabe, für Strahlungsthermometer vorzugsweise mit Linsenoptik eine aktive Visier-Einrichtung unter Einsatz eines batteriebetriebenen HeNe-Lasers kleiner Leistung zur Meßfleckenkennzeichnung zu entwickeln, die sowohl die Lage des kleinsten Meßflecks als auch bei größeren Entfernungen den Öffnungswinkel des Meßstrahlengangs, gegeben durch das Distanzverhältnis des Strahlungsthermometers, eindeutig kennzeichnet. Diese Visier-Einrichtung soll ohne einen Eingriff in die Optik des Strahlungsthermometers auskommen, d.h. ohne Benutzung teurer transparenter Materialien oder Durchbohren der Germanium-Linse. Sie soll leicht genug für einen längeren mobilen Einsatz aus der Hand und gleichzeitig mechanisch stabil und gegen Umwelteinflüsse geschützt sein, um harten Einsatz drinnen und draußen, sowie Stöße durch unsanftes Ablegen ohne Dejustage vertragen zu können. Darüberhinaus soll das gesamte Gerät aus einer Batterie versorgt werden, wobei trotz kompakten Aufbaus Störungen der Strahlungsthermometer-Elektronik durch Zünden und Betrieb des Lasers sicher ausgeschlossen sein müssen. Ferner soll die Laserstrahl-Visiereinrichtung konstruktiv so ausgelegt sein, daß die serienmäßig hergestellten Strahlungsthermometer verschiedener Hersteller integriert werden können, wobei keine oder nur geringfügige mechanische bzw. elektrische Modifikationen erforderlich sind.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß für Strahlungsthermometer mit in endlicher Entfernung abbildender, "fokaler" Infrarot-Optik dadurch gelöst, daß der Strahl (13) eines batteriebetriebenen Miniatur-He-Ne-Lasers von ca. 1 mW Ausgangsleistung durch Strahlteiler (8) in zwei unaufgeweitete Teilstrahlen (13') und (13'') aufgeteilt wird, die in einer Ebene mit der optischen Achse des Infrarot-Strahlungsthermometers in einem charakteristischen Abstand außerhalb der Infrarot-Optik (3) mit einem Neigungswinkel zueinander entsprechend dem Distanzverhältnis austreten. Bei dieser neuartigen Strahlführung schneiden sich beide Strahlen und kennzeichnen dadurch die Lage des kleinsten Meßflecks. Im größeren Abstand laufen sie mit der für das Distanzverhältnis des Strahlungsthermometers charakteristischen Winkeldivergenz auseinander, so daß die beiden roten Punkte der unaufgeweiteten Laserstrahlen (13') und

(13'') auf dem Untersuchungsobjekt jeweils einen Durchmesser des Meßflecks bezeichnen, in der in Zeichnung 1 skizzierten Anordnung den senkrechten. Wenn für Strahlteiler (8), Umlenkspiegel (7 und 7') und Austrittsfenster (16) einfache Glasoptiken ohne spezielle Anti-Reflex-Beschichtung eingesetzt werden, liegt die Leistung der austretenden Laserstrahlen (13' und 13'') unter 0,3 mW und ist infolge des Lidschlußreflexes bei zufälliger direkter Betrachtung nicht mehr gefährlich für das Auge. Bei dieser geringen Leistung sind die Lasermarken bei Tageslicht auf hellem Untergrund, wie z.B. Gebäudewänden auf ca. 10 m, bei Dunkelheit auf ca. 20 m Meßabstand erkennbar.

Bei Strahlungsthermometern mit nicht in endlicher Entfernung abbildender, "afokaler" Infrarot-Optik treten die Laserstrahlen ohne sich zu schneiden mit dem dem Distanzverhältnis entsprechenden Divergenzwinkel aus. Die Anpassung der Divergenz der Laserstrahlen (13' und 13'') an das Distanzverhältnis des Strahlungsthermometers wird durch Drehen des Strahlteilers (8) und des Umlenkspiegels (7') hilfsweise auch des Umlenkspiegels (7) um ihre zur Strahlebene senkrechten Mittelachsen sowie durch Verschieben auf der Montageebene (6) vorgenommen. Zur routinemäßigen Justage der Komponenten (7, 7' und 8) auf ein bestimmtes Distanzverhältnis kann die Montageebene (6) mit entsprechenden Anschlägen ausgestattet werden.

Der mechanisch-optische Aufbau wird erfindungsgemäß durch ein hermetisch geschlossenes Außengehäuse (10) realisiert, in dem sich in schwimmender und durch elastische Zwischenstücke (14) z.B. aus Gummi, stoßgedämpfter Aufhängung eine Halterung (11) zur gegeneinander starren Montage aller optischen Teile befindet. Diese Halterung in Form eines "H" vorzugsweise aus Aluminium teilt das äußere Gehäuse (10) ebenfalls aus Aluminium oder faserverstärkter Plastik in mehrere Kammern, in denen -jeweils an dem H-förmigen Innenteil befestigt- der Korpus des Strahlungsthermometers (1) über die Halterung (2), die Laserröhre (4) über die Halterungen (5) mit der isolierten Durchführung (12) sowie die optischen Bauteile (8,7,7') auf der Montage-

ebene (6) starr befestigt sind. Die innere Halterung (11) dient zusätzlich sowohl der elektromagnetischen Abschirmung wie auch zur Verteilung und Abführung der von der Laserröhre erzeugten Wärme. Der hermetische Abschluß zur Außenwelt als Staub- und Feuchtigkeitsschutz wird durch die Austrittsfenster (16) sowie ebenfalls schwimmend durch den O-Ring (15) gewährleistet. Das Netzmodul (9) zur Laserversorgung sitzt zur besseren Wärmeabfuhr direkt am äußeren Gehäuse (10).

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird der linke Schenkel der inneren Halterung (11) so ausgebildet, daß er direkt den Strahlungsthermometer-Korpus (1) mit der Befestigung (2) aufnehmen kann, die der Hersteller des Strahlungsthermometers serienmäßig für die Montage in sein Originalgehäuse vorgesehen hat. Dadurch ist eine kostengünstige und funktionssichere Integration der gesamten Familie von Strahlungsthermometern einer Serie mit unterschiedlichen Temperaturbereichen und unterschiedlichen fokalen oder afokalen Optiken in die Laserstrahl-Visiereinrichtung möglich.

Zur Integration in die Laserstrahl-Visiereinrichtung wird nur der Korpus des Strahlungsthermometers, das ist die optisch-elektronische Funktionseinheit, nicht aber das äußere Gehäuse benötigt. Er ist in der benötigten Form produktionsseitig eine abrufbare Zwischenstufe der Serienfertigung; aus fertigen Geräten, z.B. im Fall der Nachrüstung, kann er justiert und kalibriert aus dem Original-Gehäuse ausgebaut werden.

Zur Integration der Strahlungsthermometer unterschiedlicher Hersteller mit abweichenden Abmessungen werden erfindungsgemäß an der Laserstrahl-Visiereinrichtung nur die Abmessungen des Gehäuses (10) sowie der Halterung (11) entsprechend geändert unter Beibehaltung des prinzipiellen Aufbaus und der Strahlführung. Bei den gut durchkonstruierten Seriengeräten der führenden Strahlungsthermometerhersteller sind keine oder nur geringfügige weitere mechanische Änderungen erforderlich. So können in 3 bis 5 in den Abmessungen unterschiedlichen aber im Aufbau gleichartigen Laserstrahl-Visiereinrichtungen etwa 60 - 80 % der marktgängigen Strahlungsthermometer für mobilen



Einsatz vorzugsweise aus der Hand integriert werden.

Auch Strahlungsthermometer mit Spiegeloptik sind prinzipiell integrierbar.

Zeichnung 1 zeigt maßstäblich ein Ausführungsbeispiel der Laserstrahl-Visiereinrichtung mit einem integrierten Strahlungsthermometer-Korpus aus der KT 15 -Serie der Firma Heimann GmbH, Wiesbaden. Diese Geräteserie zusammen mit baugleichen Spezialversionen, z.B. der Serie KT 14, ist mit 5-stelligen Produktionszahlen eines der am Markt besteingeführten Strahlungsthermometer und zugleich das kompakteste Gerät seiner Art.

Als HeNe-Laser ist der Miniatur-Laser Typ LGR 7624 mit Netzgerät LGN 7457, Hersteller Siemens, der nach Angaben des Herstellers weltweit der kleinste serienmäßig hergestellte HeNe-Laser seiner Leistungsklasse und für Batteriebetrieb geeignet ist, eingesetzt.

Damit stellt die in Zeichnung 1 skizzierte Anordnung der Laserstrahl-Visiereinrichtung mit dem integrierten Strahlungsthermometer das kleinste und kompakteste Kombinationsgerät dar, das mit marktgängigen Komponenten realisierbar ist, mit einem Gewicht von unter 1 kg.

Batterie ( NiCd-Akkumulator) und Anzeigeeinstrument (Digitalanzeige) sind in einer separaten Tragetasche untergebracht, mit der die Laserstrahl-Visiereinrichtung einschließlich Strahlungsthermometer über Kabel steckbar verbunden sind. Für den mobilen Einsatz wird an der Unterseite des Gehäuses (10) unterhalb des Schwerpunktes ein Pistolengriff für Einhandbedienung angebracht. Der Laserstrahl wird bei Bedarf über einen Drucktaster eingeschaltet. Über einen zweiten unabhängigen Drucktaster wird für die Dauer der Betätigung die angezeigte Temperatur gespeichert, so daß Zielen mit der Laserstrahl-Visiereinrichtung und Ablesen der ermittelten Temperatur auf der Anzeige zwei entkoppelte Tätigkeiten sind.

Die besonderen Vorzüge eines Strahlungsthermometers mit Laserstrahl-

Visiereinrichtung in der angegebenen Anordnung bestehen in der mechanischen Robustheit, dem geringen und ergonomisch günstig verteilten Gewicht, die auch längerfristigen Einsatz mit nur einer Hand ermöglicht, wobei beide Augen des Gerätebedieners freibleiben. Dieser Punkt ist besonders wichtig für den Einsatz in gefährlicher Umgebung, z.B. bei der Inspektion hochspannungsführender Anlagen. Die hohe Beleuchtungsstärke der unaufgeweiteten, aber nicht augengefährlichen Laserstrahlen im Zusammenhang mit dem Batteriebetrieb ermöglichen flexiblen Einsatz bei Tag und Nacht, drinnen und draußen. Durch die deutlich gekennzeichnete Lage und Größe des Meßflecks unter praktisch allen Lichtverhältnissen wird die Meßsicherheit verbessert. Auch Begleiter des Gerätebenutzers können während der Messung die Lage des Meßflecks sehen, was insbesondere bei Lokalterminen, z.B. zur Ortung thermischer Schwachstellen an Anlagen und Gebäuden, ein wichtiger Vorteil gegenüber herkömmlichen optischen Suchern darstellt.



-11-

Nummer:

Int. Cl. 3:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

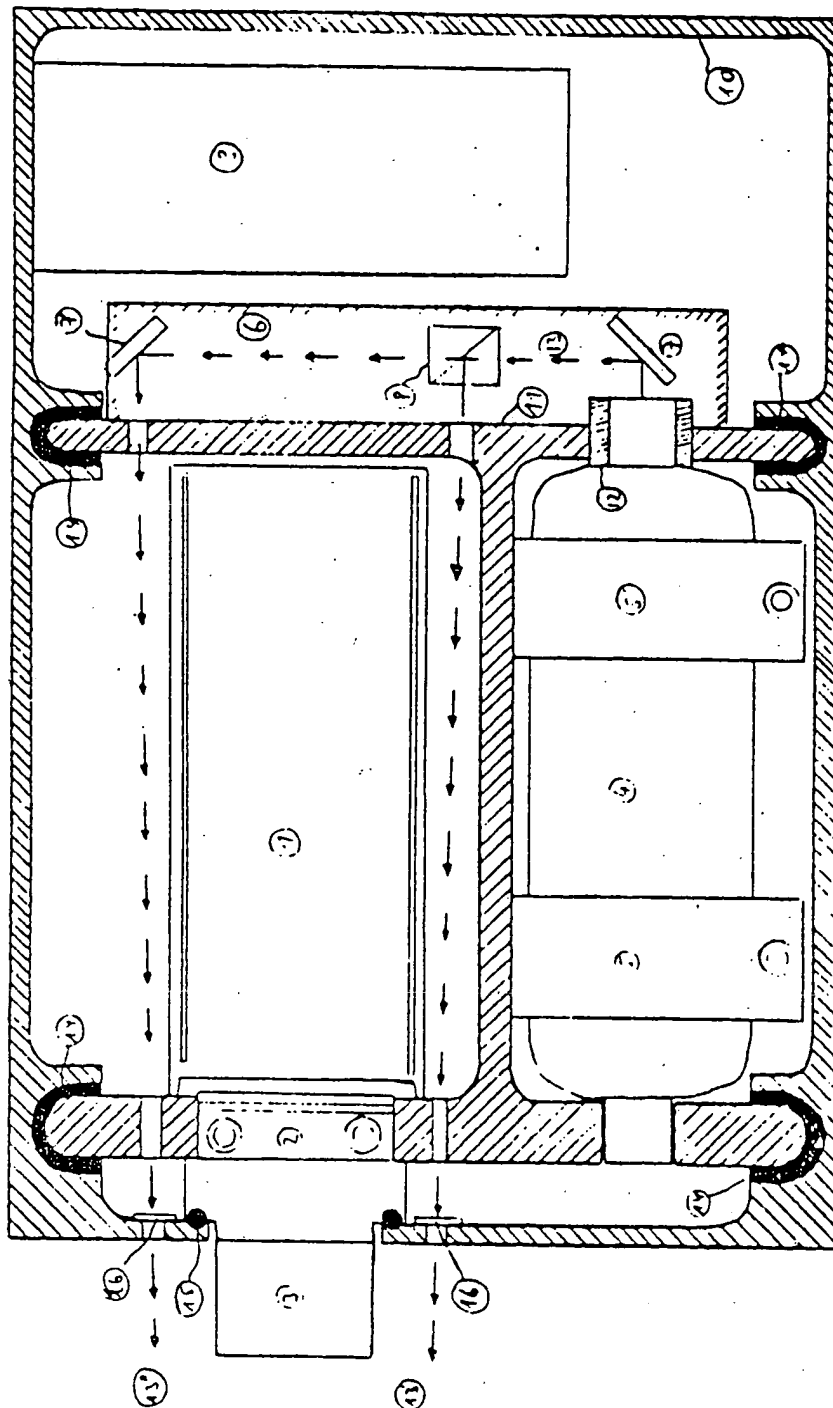
3213955

G01J 5/08

18. April 1982

14. Oktober 1982

-10-



Zeichnung 1 : Laserstrahl-Visiereinrichtung für Strahlungsthermometer KT 15 (Helmann)

, Said

German Offenlegungsschrift DE 32 13 955 A1

Specht, Herbert

A laser beam sighting device for marking position and diameter of the measurement spot for radiation thermometers with focal or afocal lens-and mirror optical system

Radiation thermometers as convenient, predominantly battery-operated apparatus for non-contact measurement of the temperature of surfaces with the aid of the emitted thermal radiation are used not only in the laboratory but recently increasingly in mobile form for rapid survey measurements in machines of all kinds and also in production installations for monitoring and preventive inspection, but also in buildings from the inside and outside by day and night for matters of energy saving and locating damage.

As the maximum of the emitted thermal radiation at low temperatures far in infrared lies at approximately 5 - 10  $\mu$ , either one or more mirrors must be used for the optical system of these apparatus or lenses made from materials which are generally not transparent to visible light, such as, for example, germanium. Therefore, the problem is posed, in particular in the case of measurements at a distance of several metres, of making distinguishable for the user the position and size of the measurement spot or generally the course of the path of infrared measurement rays.

Simple radiation thermometers only have position marks on the outer housing wall; more costly apparatus with a mirror optical system have viewfinders or use a light mark from an imaged pilot lamp.

These solutions have distinct disadvantages for the said cases of use. With a mere position marking, no information is obtained as regards the measurement spot size, which as a rule increases rapidly. Viewfinders and a pilot lamp require an increased expenditure, in which the viewfinder is limited to favourable light conditions; it fails in the dark. The high power requirement of conventional lamps for a clearly visible illumination intensity in daylight generally rules out operation by battery.

An arrangement has been recently described (Laser Focus

Vol.8, pages 32-33, 1981), which combines a simple radiation thermometer - originally only equipped with position marks - with a HeNe laser for marking the smallest measurement spot. According to this not very detailed description, in this arrangement the laser tube is mounted externally on the housing of the radiation thermometer. The laser beam is divided into two partial beams and the first non-expanded beam is reflected into the path of infrared rays, so that it emerges paraxially. The second laser beam is expanded and runs somewhat staggered and obliquely to the axis of the radiation thermometer. In order to ensure a sharp infrared representation of the object under examination in the smallest measurement spot, the user has to vary the measurement distance so that the non-expanded laser beam sits centrally in the expanded one. As advantages of this arrangement, the substantially simplified targets are mentioned, and also the possibility of illuminating the object under poor light conditions.

Despite an enclosed sketch of the arrangement, many questions remain unanswered, e.g. concerning the nature of the ray expansion and also concerning the output power and voltage supply of the laser. It would be a great restriction of the usefulness of the originally battery-operated apparatus, if to achieve the necessary illumination intensity in the expanded beam a laser with mains supply would be necessary.

Whilst the angle of inclination of the two beams to each other is determined by the representation conditions of the radiation thermometer and the displacement of the beam centres to each other, the extent of the displacement itself is clearly purely accidental - presumably provided through the diameters of the housing and laser -, and in any case it is not obviously associated with the optical representation conditions, the distance relationship, the infrared optical system.

Owing to the type of reflecting of the non-expanded laser beam which is used, this arrangement is not able to be transferred to radiation thermometers with a lens optical system.

The problem is therefore posed, for radiation thermometers preferably with a lens optical system, of developing an active sighting device using a battery-operated HeNe laser having low power for marking the measurement spot, which distinctly marks both the position of the smallest measurement spot and also, in the case of greater distances, marks the aperture angle of the path of measurement rays, given by the distance relationship of the radiation thermometer. This sighting device is intended to manage without intervening in the optical system of the radiation thermometer, i.e. without using expensive transparent materials or the perforating of the germanium lens. It is to be light enough for lengthy mobile use by hand and, at the same time, is to be mechanically stable and protected from environmental influences, in order to be able to withstand hard use inside and out, and also shocks by being put down roughly without disadjustment. Furthermore, the entire apparatus is to be supplied from a battery, in which, despite the compact construction, disturbances of the electronics of the radiation thermometer through ignition and operation of the laser must be reliably ruled out. In addition, the laser beam sighting device is to be structurally designed so that the mass-produced radiation thermometers of various manufacturers can be integrated, in which no, or only a minimum number of mechanical or electrical modifications are necessary.

The problem is solved according to the invention for radiation thermometers with a "focal" infrared optical system representing at a finite distance, in that the beam  
(13) of a battery-operated miniature He-Ne laser of



approximately 1 mW output power is divided by beam splitters (8) into two non-expanded partial beams (13') and (13''), which in a plane with the optical axis of the infrared radiation thermometer emerge at a characteristic distance outside the infrared optical system (3) with an angle of inclination to each other corresponding to the distance relationship. In this novel beam guidance, the two beams intersect and thereby mark the position of the smallest measurement spot. At a greater distance they diverge with the angle divergence characteristic of the distance relationship of the radiation thermometer, so that the two red points of the non-expanded laser beams (13') and (13'') on the object under examination in each case designate a diameter of the measurement spot, the vertical one in the arrangement sketched in drawing 1. If simple glass optical systems without a special anti-reflex coating are used for beam splitter (8), deflecting mirror (7 and 7') and outlet window (16), the power of the emerging laser beams (13' and 13'') lies below 0.3 mW and is no longer dangerous for the eye, owing to the lid closure reflex if accidentally looked at directly. With this low output, the laser marks are visible in daylight on a light background, such as, for example, walls of buildings, at approximately 10 m, and in darkness at a measurement distance of approximately 20 m.

In the case of radiation thermometers with an "afocal" infrared optical system not representing at a finite distance, the laser beams emerge without intersecting each other with the divergence angle corresponding to the distance relationship. The matching of the divergence of the laser beams (13' and 13'') to the distance relationship of the radiation thermometer is carried out by rotating the beam splitter (8) and the deflecting mirror (7'), by way of additional assistance also the deflecting mirror (7), about their centre axes vertical to the beam plane and also by displacement on the mounting plane (6). For routine adjustment of the components (7, 7' and 8) to a particular

distance relationship, the mounting plane (6) can be equipped with corresponding stops.

The mechanical-optical construction is realised according to the invention by a hermetically sealed outer housing (10), in which there is situated a mounting (11) in a floating suspension, with elastic intermediate pieces (14) e.g. of rubber, for shock absorption, for the rigid mounting of all optical parts with respect to each other. This mounting in the form of an "H", preferably of aluminium, divides the outer housing (10), likewise of aluminium or fibre-reinforced plastic, into several chambers, in which - in each case secured to the H-shaped inner part - the body of the radiation thermometer (1) is rigidly secured via the mounting (2), the laser tube (4) via the mountings (5) with the insulated passage (12) and also the optical components (8,7,7') on the mounting plane (6). The inner mounting (11) serves additionally both for electromagnetic screening and also for the distribution and removal of the heat generated by the laser tube. The hermetic sealing from the external world as a protection against dust and humidity is ensured by the outlet windows (16) and likewise in a floating manner by the O-ring (15). The power supply module (9) to supply the laser sits directly against the outer housing (10), for a better removal of heat.

In a further embodiment of the invention, the left-hand shank of the inner mounting (11) is constructed so that it can receive directly the body (1) of the radiation thermometer with the fastening (2), which the manufacturer of the radiation thermometer has provided as standard for mounting into its original housing. Thereby an integration of the whole family of radiation thermometers of a series with different temperature ranges and different focal and afocal optical systems into the laser beam sighting device is possible at a favourable cost and with reliability in operation.

For integration into the laser beam sighting device, only the body of the radiation thermometer, i.e. the optical-electronic functional unit, but not the outer housing, is required. It is an intermediate stage of mass production which is able to be recalled by the manufacturer in the required form; it can be dismantled from the original housing in adjusted and calibrated form from finished apparatus, e.g. in the case of re-equipping.

For the integration of the radiation thermometers of different manufacturers with deviating dimensions, in accordance with the invention only the dimensions of the housing (10) and of the mounting (11) are accordingly altered on the laser beam sighting device, whilst maintaining the basic structure and the beam guidance. In well constructed mass produced apparatus of the leading radiation thermometer manufacturers, no or only a few further mechanical alterations are necessary. Thus, in 3-5 laser beam sighting devices, which are different in dimensions but similar in construction, approximately 60 - 80 % of the commercial radiation thermometers for mobile use can be integrated preferably by hand.

Radiation thermometers with mirror optical systems are also basically able to be integrated.

Drawing 1 shows according to scale an example embodiment of the laser beam sighting device with an integrated radiation thermometer body from the KT 15 series of the firm Heimann GmbH, Wiesbaden. This series of apparatus together with special versions of identical construction, e.g. the series KT 14, having production numbers in five figures, is one of the best-introduced radiation thermometers on the market and, at the same time, is the most compact apparatus of its kind.

As HeNe laser, the miniature laser type LGR 7624 with power supply apparatus LGN 7457, manufactured by Siemens, is used which, according to the manufacturer's information, is the smallest mass-produced HeNe laser of its power class worldwide and is suitable for battery operation.

Hence the arrangement of the laser beam sighting device sketched in drawing 1, with the integrated radiation thermometer, represents the smallest and most compact combination apparatus that is able to be created with commercial components, having a weight of under 1 kg.

The battery (NiCd accumulator) and display instrument (digital display) are accommodated in a separate carrying case, with which the laser beam sighting device including the radiation thermometer are connected in a plug-in manner via a cable. For mobile use, a pistol grip for one-handed operation is arranged on the underside of the housing (10) beneath the centre of gravity. When required, the laser beam is switched on by means of a sending key. By means of a second independent sending key, the displayed temperature is stored for the duration of operation, so that aiming with the laser beam sighting device and reading of the temperature which is determined on the display are two decoupled activities.

The special advantages of a radiation thermometer with a laser beam sighting device in the indicated arrangement consist in the mechanical robustness, the low and ergonomically favourably distributed weight, which also makes possible a long-term use with only one hand, in which both eyes of the operator of the apparatus remain free. This point is particularly important for use in a dangerous environment, e.g. in the inspection of installations conducting a high voltage. The high illumination intensity of the laser beams, which are non-expanded but are not dangerous to the eyes, in connection with the battery

operation make possible a flexible use by day and night, inside and outside. Through the clearly marked position and size of the measurement spot under practically all light conditions, the security of measurement is improved. Also, persons accompanying the user of the apparatus can see the position of the measurement spot during the measurement, which represents an important advantage over conventional optical viewfinders in particular in the case of on-site investigations, e.g. for locating thermal weak sites in installations and buildings.

1. A laser beam sighting device for marking the position and diameter of the measurement spot for radiation thermometers with a focal or afocal lens- and mirror optical system,

characterised in that through a device two non-expanded laser beams lying in one plane, having an intensity which is not dangerous to the eyes, with an angle to each other corresponding to the distance relationship of the infrared optical system of the radiation thermometer and therefore at a characteristic distance are directed past the infrared optical system externally without intervention so that the optical axis of the infrared optical system lies in the plane of the laser beams, which is achieved through mechanical integration of the body of the radiation thermometer into the device itself.

2. A laser beam sighting device according to Claim 1, characterised in that the device to carry out the guidance of the beam according to Claim 1 consists of a rigid inner mounting with mounting surfaces for the required optical parts, which is situated in a floating and shock-absorbed manner in an outer hermetically sealed housing.

3. A laser beam sighting device according to Claim 1 and 2, characterised in that according to drawing 1 for the integration of a radiation thermometer with focal lens optical system, in a manner which is favourably priced and reliable in operation, the inner mounting is additionally constructed so that the body of the radiation thermometer can be used directly with the original mounting device of the manufacturer.

4. A laser beam sighting device according to Claim 1 and 2, characterised in that for the integration of the mass-produced radiation thermometers of various

manufacturers, the dimensions of the inner mounting and of the outer housing and also the holding arrangement for the mounting device are modified specifically to the manufacturer whilst maintaining the basic construction and the beam guidance, so that with few laser beam sighting devices designed specifically to the manufacturer, the majority of the commercial mass-produced radiation thermometers can be integrated or re-equipped.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**